

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-219428

(43)Date of publication of application : 10.08.1999

(51)Int.Cl.

G06T 1/00

H04N 1/60

H04N 1/41

H04N 1/46

(21)Application number : 10-317289 (71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 09.11.1998 (72)Inventor : ALLEN JAMES D

(30)Priority

Priority number : 97 996359 Priority date : 22.12.1997 Priority country : US

(54) DATA PROCESSING SYSTEM AND COLOR CONVERTING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a reversible color space conversion executable by integer arithmetic by providing a forward color space converter executing forward color space conversion by integer arithmetic thereby generating an output according to a specific formula by the converter.

SOLUTION: An input and a color conversion sub-system connected thereto are provided. This color conversion sub-system is for executing a reversible color space conversion to plural vectors and is provided with the forward color space converter which executes reversible color space conversion by integral arithmetic to generate outputs

$$Y_{rev} = \left\lfloor \frac{3R + 6G + B}{10} \right\rfloor$$

$$U_{rev} = R - Y_{rev}$$

$$V_{rev} = 5Y_{rev} - 2R - 4G + B$$

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-219428

(43)公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 T 1/00

G 0 6 F 15/66

3 1 0

H 0 4 N 1/60

H 0 4 N 1/41

C

1/41

1/40

D

1/46

1/46

Z

審査請求 未請求 請求項の数28 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平10-317289

(71)出願人 000006747

(22)出願日 平成10年(1998)11月9日

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(31)優先権主張番号 08/996359

(72)発明者 ジェイムス ディ アレン

(32)優先日 1997年12月22日

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

(33)優先権主張国 米国 (US)

94025 メンローパーク スイート 115

サンド ヒル ロード 2882 リコーコー

ポレーション内

(74)代理人 弁理士 鈴木 誠 (外1名)

(54)【発明の名称】 データ処理システム及び色変換方法

(57)【要約】

【課題】 整数演算によって予測可能な精度で可逆な色変換を行う。

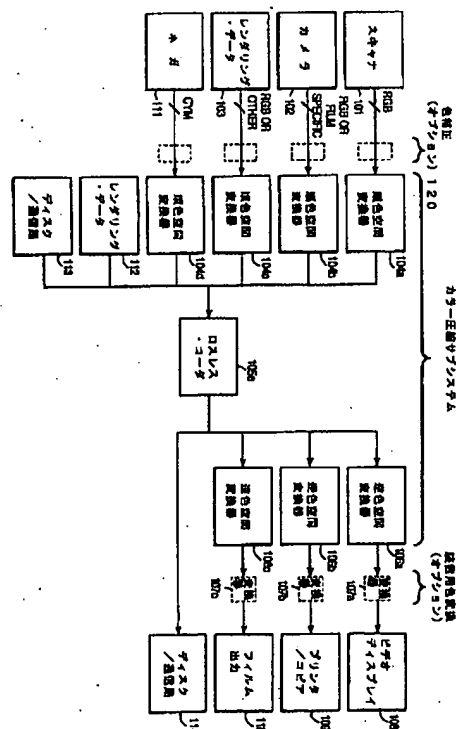
【解決手段】 カラー圧縮サブシステムの順色変換器140aはスキャナ101から入力されるRGBデータのベクトルに対し整数演算によって可逆の順色空間変換を行い、出力Yrev, Urev, Vrevを次式に従って発生する。

【数41】

$$Y_{rev} = G + \left\lfloor \frac{xR + zB + k}{y} \right\rfloor$$

$$U_{rev} = R - \left\lfloor \frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right\rfloor$$

$$V_{rev} = B - \left\lfloor \frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right\rfloor$$



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力と、この入力に接続され、カラーデータの複数ベクトルに対し可逆色変換を行う色変換サブシステムとからなり、

前記色変換サブシステムは、整数演算で可逆な色空間変換を行う順色空間変換器を含み、この順色空間変換器は出力Y_{rev}、U_{rev}及びV_{rev}を次式に従って生成し、

【数1】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= \left\lfloor \frac{3R+6G+B}{10} \right\rfloor \\ U_{rev} &= R - Y_{rev} \\ V_{rev} &= 5Y_{rev} - 2R - 4G + B \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなることを特徴とするデータ処理システム。

【請求項2】 前記色変換サブシステムに接続され、前記色変換サブシステムにより復元後の前記複数ベクトルを処理するデスティネーション装置を少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項1記載のデータ処理システム。

【請求項3】 前記入力に接続された、前記複数ベクトルのソースを少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項1記載のデータ処理システム。

【請求項4】 前記色変換サブシステムが、色変換中に行われる丸め又は切り下げを回復させることができることを特徴とする請求項1記載のデータ処理システム。

【請求項5】 逆色空間変換器をさらに含むことを特徴とする請求項1記載のデータ処理システム。

【請求項6】 入力と、この入力に接続され、カラーデータの複数ベクトルに対し可逆色変換を行う色変換サブシステムとからなり、

前記色変換サブシステムは、前記入力に接続され、出力Y_{rev}、U_{rev}及びV_{rev}から前記複数ベクトルを次式に従って再生する逆色空間変換器を含み、

【数2】

$$\begin{aligned} G &= Y_{rev} - \left\lfloor \frac{5U_{rev} + V_{rev}}{10} \right\rfloor \\ R &= U_{rev} + Y_{rev} \\ B &= V_{rev} + 2R + 4G - 5Y_{rev} \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの成分からなることを特徴とするデータ処理システム。

【請求項7】 前記色変換サブシステムに接続され、前記色変換サブシステムにより復元後の前記複数ベクトルを処理するデスティネーション装置を少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項6記載のデータ処理システム。

【請求項8】 前記入力に接続された、前記カラーデータの複数ベクトルのソースを少なくとも一つさらに含

み、前記色変換サブシステムは整数演算で可逆な色空間変換を行う順色空間変換器をさらに含むことを特徴とする請求項6記載のデータ処理システム。

【請求項9】 整数演算によって複数ベクトルを第1の色空間から第2の色空間へ順変換する、出力Y_{rev}、U_{rev}及びV_{rev}を次式に従って生成するステップを含むステップ、

【数3】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= \left\lfloor \frac{3R+6G+B}{10} \right\rfloor \\ U_{rev} &= R - Y_{rev} \\ V_{rev} &= 5Y_{rev} - 2R - 4G + B \end{aligned}$$

(式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなる) 及び整数演算によって前記第2の色空間の前記複数ベクトルを前記第1の色空間へ逆変換するステップからなり、この逆変換のステップにおいて前記順変換中に行われた切り下げ又は丸めを回復させることを特徴とする色変換方法。

【請求項10】 整数演算によって、複数ベクトルを第1の色空間から第2の色空間へ順変換するステップ、及び整数演算によって前記第2の色空間の前記複数ベクトルを前記第1の色空間へ逆変換するステップからなり、この逆変換のステップにおいて前記順変換中に行われた切り下げ又は丸めを回復させ、前記逆変換のステップは出力Y_{rev}、U_{rev}及びV_{rev}から前記複数ベクトルを次式に従って生成するステップを含み

【数4】

$$\begin{aligned} G &= Y_{rev} - \left\lfloor \frac{5U_{rev} + V_{rev}}{10} \right\rfloor \\ R &= U_{rev} + Y_{rev} \\ B &= V_{rev} + 2R + 4G - 5Y_{rev} \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなることを特徴とする色変換方法。

【請求項11】 入力と、この入力に接続され、カラーデータの複数ベクトルに対し可逆色変換を行う色変換サブシステムとからなり、この色変換サブシステムは、整数演算で可逆な色空間変換を行う順色空間変換器を含み、この順色空間変換器は出力Y_{rev}、U_{rev}及びV_{rev}を次式に従って生成し、

【数5】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= \left\lfloor \frac{3R+6G+B}{4} \right\rfloor \\ U_{rev} &= R - G \\ V_{rev} &= B - G \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなることを特徴とするデータ処理システム。

ム。

【請求項12】 前記色変換サブシステムに接続され、前記色変換サブシステムにより復元後の前記複数ベクトルを処理するデスティネーション装置を少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項11記載のデータ処理システム。

【請求項13】 前記入力に接続された、前記カラーデータの複数ベクトルのソースを少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項11記載のデータ処理システム。

【請求項14】 逆色空間変換器をさらに含むことを特徴とする請求項11記載のデータ処理システム。

【請求項15】 整数演算によって、複数ベクトルを第1の色空間から第2の色空間へ順変換する、出力Yrev、Urev及びVrevを次式に従って生成するステップを含むステップ、

【数6】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= \left[\frac{3R + 6G + B}{4} \right] \\ U_{rev} &= R - G \\ V_{rev} &= B - G \end{aligned}$$

(式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなる)及び整数演算によって前記第2の色空間の前記複数ベクトルを前記第1の色空間へ逆変換するステップからなり、この逆変換のステップにおいて前記順変換中に行われた切り下げ又は丸めを回復させることを特徴とする色変換方法。

【請求項7】 複数ベクトルに対しなされた可逆色変換の逆変換を行う色変換サブシステムを含み、この色変換サブシステムは、整数演算によって出力Yrev、Urev及びVrevから前記複数ベクトルを次式に従って再生する逆色空間変換器を含み、

【数7】

$$\begin{aligned} G &= Y_{rev} - \left[\frac{U_{rev} + V_{rev}}{10} \right] \\ R &= U_{rev} + G \\ B &= V_{rev} + G \end{aligned}$$

(式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの成分からなり)また、記色変換サブシステムに接続され、前記色変換サブシステムにより復元後の前記複数ベクトルを処理するデスティネーション装置を少なくとも一つ含んでなることを特徴とするデータ処理システム。

【請求項17】 入力と、この入力に接続され、カラーデータの複数ベクトルに対し可逆色変換を行う色変換サブシステムとからなり、前記色変換サブシステムは、整数演算で可逆色空間変換

を行う順色空間変換器を含み、この順色空間変換器は出力Yrev、Urev及びVrevを次式に従って再生し、

【数8】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= G + \left[\frac{3R + B}{6} \right] \\ U_{rev} &= R - \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right] \\ V_{rev} &= B - \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right] \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなることを特徴とするデータ処理システム。

【請求項18】 前記色変換サブシステムに接続され、前記色変換サブシステムにより復元後の前記複数ベクトルを処理するデスティネーション装置を少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項17記載のデータ処理システム。

【請求項19】 前記入力に接続された、カラーデータの複数ベクトルのソースを少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項17記載のデータ処理システム。

【請求項20】 前記色変換サブシステムが、色変換中に行われる丸め又は切り下げを回復させることができることを特徴とする請求項17記載のデータ処理システム。

【請求項21】 逆色空間変換器をさらに含むことを特徴とする請求項17記載のデータ処理システム。

【請求項22】 入力と、この入力に接続され、カラーデータの複数ベクトルに対し可逆色変換を行う色変換サブシステムとからなり、

前記色変換サブシステムは、前記入力に接続され、出力Yrev、Urev及びVrevから前記複数ベクトルを次式に従って再生する逆色空間変換器を含み、

【数9】

$$\begin{aligned} R &= U_{rev} + \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right] \\ B &= V_{rev} + \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right] \\ G &= Y_{rev} - \left[\frac{3R + B}{6} \right] \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの成分からなることを特徴とするデータ処理システム。

【請求項23】 前記色変換サブシステムに接続され、前記色変換サブシステムにより復元後の前記複数ベクトルを処理するデスティネーション装置を少なくとも一つさらに含むことを特徴とする請求項22記載のデータ処理システム。

【請求項24】 前記入力に接続された、前記カラーデータの複数ベクトルのソースを少なくとも一つさらに含み、前記色変換サブシステムは整数演算で可逆な色空間変換を行う順色空間変換器をさらに含むことを特徴とす

る請求項22記載のデータ処理システム。

【請求項25】 整数演算によって、複数ベクトルを第1の色空間から第2の色空間へ順変換する、出力Yrev、Urev及びVrevを次式に従って生成するステップを含むステップ、

【数10】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= G + \left[\frac{3R+B}{6} \right] \\ U_{rev} &= R - \left[\frac{3Y_{rev}+2}{5} \right] \\ V_{rev} &= B - \left[\frac{3Y_{rev}+2}{5} \right] \end{aligned}$$

(式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなる)及び整数演算によって前記第2の色空間の前記複数ベクトルを前記第1の色空間へ逆変換するステップからなり、前記逆変換のステップにおいて前記順変換中に行われた切り下げ又は丸めを回復させることを特徴とする色変換方法。

【請求項26】 整数演算によって、複数ベクトルを第1の色空間から第2の色空間へ順変換するステップ、及び整数演算によって前記第2の色空間の前記複数ベクトルを前記第1の色空間へ逆変換するステップからなり、この逆変換のステップにおいて前記順変換中に行われた切り下げ又は丸めを回復させ、前記逆変換のステップは出力Yrev、Urev及びVrevから前記複数のベクトルを次式に従って生成するステップを含み

【数11】

$$\begin{aligned} R &= U_{rev} + \left[\frac{3Y_{rev}+2}{5} \right] \\ B &= V_{rev} + \left[\frac{3Y_{rev}+2}{5} \right] \\ G &= Y_{rev} - \left[\frac{3R+B}{6} \right] \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなることを特徴とする色変換方法。

【請求項27】 入力と、この入力に接続され、複数ベクトルに対し可逆色変換を行う色変換サブシステムからなり、

前記色変換サブシステムは、整数演算で可逆色空間変換を行う順色空間変換器を含み、この順色空間変換器は出力Yrev、Urev及びVrevを次式に従って再生し、

【数12】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= G + \left[\frac{xR+zB+k'}{y} \right] \\ U_{rev} &= R - \left[\frac{yY_{rev}+k}{x+y+z} \right] \\ V_{rev} &= B - \left[\frac{yY_{rev}+k}{x+y+z} \right] \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの各ベクトルの成分からなることを特徴とするデータ処理システム。

【請求項28】 入力と、この入力に接続され、複数ベクトルに対し可逆色変換を行う色変換サブシステムからなり、

前記色変換サブシステムは、前記入力に接続され、出力Yrev、Urev及びVrevから前記複数ベクトルを次式に従って再生する逆色空間変換器を含み、

【数13】

$$\begin{aligned} R &= U_{rev} + \left[\frac{yY_{rev}+k}{x+y+z} \right] \\ B &= V_{rev} + \left[\frac{yY_{rev}+k}{x+y+z} \right] \\ G &= Y_{rev} - \left[\frac{xR+zB+k'}{y} \right] \end{aligned}$$

前記式中、R、G及びBは前記複数ベクトルの成分からなることを特徴とするデータ処理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般的にデータ処理に係り、特に、色空間を利用するロスレス/ロッキー圧縮・伸長システムなどにおける色空間変換に関する。

【0002】

【従来の技術】色空間は、3次元又はより高次元のベクトル空間内のひとつの領域である。何らかの基底、例えば3つの一次独立な3次元ベクトルで色座標系を定義する。一般に利用されている色座標系は、R(赤)、G(緑)及びB(青)をそれぞれの中心波長によって定義したものである。ある3次元色座標系が与えられたとき、それ以外の3次元線形色座標系を可逆な(正則の)3×3行列によって表現できる。例えば、Y、I、Q色座標系は、R、G、Bを用いて次に示す行列により定義される。

【0003】

【数14】

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.274 & -0.322 \\ 0.211 & -0.523 & 0.312 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

【0004】なお、全ての色空間が線形であるわけではない。例えば、人間の視覚系をより良好にモデル化するため、ベクトルを非線形（例えば対数的）にリスケールしようとする色変換もある。その例がCIE L*u*v*とL*a*b*である。

【0005】様々な理由で様々な色座標系が定義されている。例えば、データをモニタに表示する場合、殆どのデジタルカラー画像は、R、G、B座標系を用い、例えば8ビット/座標の固定レンジとするのが好都合である。色の非相関性を要求する用途、例えば圧縮の場合には、R、G、Bは最適というにはほど遠い。前述のY、I、Qのような他の色座標のほうが適している。他の色座標としては、YUVとYCrCbもある。これらの反対色座標系はすべて輝度とクロミナンスの分離、すなわち、関連した明るさにおいて、特性又は色の見え方の変化と同一輝度でのクロミナンスの変化の見え方の分離を良くしようとしている。

【0006】印刷向け画像については、時にはCMY（シアン、黄、マゼンタ）のような減法混色系が用いられる。用途によっては、CMYK（シアン、黄、マゼンタ、黒）のような超完備の4次元色空間が用いられる。

【0007】データ圧縮は、大量のデータの記憶及び伝送のために極めて有用な手段である。例えば、文書のファクシミリ送信のような画像伝送に要する時間は、圧縮を利用して、その画像の再生に必要なビット数を減らすと、著しく短縮される。

【0008】従来より、多くの様々なデータ圧縮手法が存在している。圧縮手法は、おおまかに分類すると2つのカテゴリー、つまりロッシー符号化とロスレス符号化とに分けることができる。ロッシー符号化とは、情報の損失が生じ、したがって元のデータの完全な再現が保証されない符号化のことである。ロッシー圧縮の目標とするところは、元のデータから変わったとしても、その変化が不快であつたり目だつたりしないようにすることである。ロスレス圧縮では、情報はすべて保存され、データは完全に復元可能な方法で圧縮される。

【0009】ロスレス圧縮では、入力したシンボルもしくは輝度データが出力符号語に変換される。入力としては、画像データ、音声データ、1次元データ（例えば時間的に変化するデータ）、2次元データ（例えば2つの空間軸方向に変化するデータ）、あるいは多次元/多スベクトルのデータがあろう。圧縮がうまくいけば、その符号語は、入力シンボル（または輝度データ）の数より少ないビット数で表現される。ロスレス符号化法には、

辞書符号化方式（例えば、Lempel-Ziv方式）、ランレングス符号化方式、計数符号化方式、エントロピー符号化方式がある。ロスレス画像圧縮の場合、圧縮の基本は予測または文脈と符号化である。ファクシミリ圧縮用のJBIG標準と、連続階調画像用のDPCM（差分パルス符号変調-JPEG標準のオプション）は画像用のロスレス圧縮の例である。ロッシー圧縮では、入力シンボルまたは輝度データは、量子化された後に出力符号語へ変換される。量子化する目的は、データの重要な特徴量を保存する一方で、重要度の小さいデータを除去することである。ロッシー圧縮システムは、量子化に先立ち、エネルギー集中をするため変換を利用することが多い。ベースラインJPEGは画像データ用のロッシー符号化法の一例である。

【0010】従来より、ロッシー圧縮のために色座標間変換が量子化とともに利用されてきた。もっとも、CCIR 601-1（YCrBr）のような、意図的にロッシーにした色空間もある。ロスレスのシステムやロスレス/ロッシーのシステムのあるものでは、主たる必要条件は変換の可逆性と効率である。他のロスレス/ロッシーのシステムでは、可逆変換の効率のほかに、色の非相関も一つのファクターであろう。例えば、前記の3×3行列はロッシー圧縮にしか使えない。なぜなら、その成分が非整数であるので、非相関を要求される場合には、圧縮と伸長を繰り返す間に誤差が加わるからである。また、下位ビットに関しては、前記3×3行列を適用するのは適当でない。すなわち、必要な精度を達成し、かつ逆変換をできるようにするとともに、後に下位ビットを復元できるようにするためには、前記3×3行列を適用する際に余分なビットを用いる必要があり、これら余分なビットが圧縮率を低下させる。

【0011】色空間変換を行う時に、計算精度の問題が起こる。例えば、8ビットが入力される場合、必要な変換空間は通常10ビット又は11ビットであり、内部計算にはさらに高い精度が必要であり、それでやっと安定な色空間を得られる。十分な精度で、ある処理を繰り返し適用し、画像をRGB色空間から変換して圧縮し、次に伸長してRGBに戻すと、その結果は誤差が累積したものであるため、元の色と最終的な色とが一致しないことがある。これは、色ずれと呼ばれ、色空間が不安定であることから生じるものである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は以上に述べた諸点に鑑みてなされたもので、その主たる目的は、整数

演算により可逆な色空間変換を可能にすることである。本発明のこの目的及びその他の目的は、以下の説明により明白となろう。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明による色空間変換は完全に可逆であり、ロスレス圧縮／伸長のプロセス及びシステムの一部として利用できる。

【0014】本発明の一態様によれば、入力と、それに接続された色変換サブシステムを有するシステムが提供される。この色変換サブシステムは、複数のベクトルに対し可逆色空間変換を行うもので、整数演算で可逆の色空間変換を行い、次式に従って出力 Y_{rev} 、 U_{rev} 、 V_{rev} を発生する順色空間変換器を含む。

【0015】

【数15】

$$Y_{rev} = G + \left[\frac{xR + zB + k}{y} \right]$$

$$U_{rev} = R - \left[\frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right]$$

$$V_{rev} = B - \left[\frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right]$$

【0016】式中、 R 、 G 、 B は複数のベクトルのそれぞれの成分からなる。

【0017】これ以外の本発明の態様については、以下の詳細な説明において詳述する。

【0018】

【発明の実施の形態】以下の本発明の詳細な説明において、本発明を完全に理解できるようにするため、様々な具体例が示される。しかし、当業者には、そのような具体例によらずに本発明を実施し得ることは明白であろう。他方、本発明をいたずらに難解にしないため、周知の構造及びデバイスはブロック図として表し詳しくは示さない。

【0019】以下の詳細説明には、コンピュータメモリ内のデータビットに対する操作のアルゴリズム及び記号表現によって表された部分がある。このようなアルゴリズムの記述及び表現は、データ処理技術分野の当業者によって、その研究の内容を他の当業者に対し最も効率的に伝えるために用いられる手段である。あるアルゴリズムがあり、それが概して期待した結果に至る自己矛盾のないステップ系列だと考えられるとする。これらのステップは、物理量を物理的に処理する必要があるものである。必ずという訳ではないが、これらの物理量は記憶、転送、結合、比較、その他の処理が可能な電氣的または磁氣的信号の形をとるのが普通である。これらの信号をビット、値、要素、記号、文字、用語、数値等で表わすのが、主に慣用上の理由から、便利な場合があることが分かっている。

【0020】しかしながら、このような用語や同様の用

語は、適切な物理量と関係付けられるべきであり、また、これら物理量につけた便宜上のラベルに過ぎないということに留意すべきである。以下の説明から明らかなように、特に断わらない限り、「処理」「演算」「計算」「判定」「表示」等々の用語を用いて論じることとは、コンピュータシステムのレジスタ及びメモリの内部の物理的（電子的）な量として表現されたデータを処理して、コンピュータシステムのメモリまたはレジスタ、同様の他の情報記憶装置、情報伝送装置あるいは表示装置の内部の同様に物理量として表現された他のデータへ変換する、コンピュータシステムあるいは同様の電子演算装置の作用及びプロセスを指すものである。

【0021】また、本発明は、本明細書において述べる操作を実行するための装置にも関係する。この装置は、希望する目的に専用に作ってもよいし、あるいは、汎用コンピュータを内蔵のコンピュータ・プログラムにより選択的に駆動または再構成したものでもよい。このようなコンピュータ・プログラムは、コンピュータが読み取り可能な、どのような種類の記憶媒体に格納してもよい。例えば、それに限定されるものではないが、フロッピーディスク、光ディスク、CD-ROM、光磁気ディスクなどの任意の種類のディスク、リードオンリーメモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、EPROM、EEPROM、磁気カード又は光カードなど、電子的命令の格納に適した、コンピュータのシステムバスに接続された任意種類の媒体でよい。本明細書に提示したアルゴリズムと表示は、本質的に、いかなる特定のコンピュータや他の装置とも関わりがない。様々な汎用マシンを、本明細書に述べた内容に従ったプログラムと一緒に利用してもよいが、必要な方法のステップの実行用に、より特化した装置を作るほうが好都合であるかもしれない。これら多様なマシンに要求される構造は以下の説明から明らかになろう。さらに、いかなる具体的なプログラミング言語とも関連付けることなく本発明を説明する。本明細書において述べるように、様々なプログラミング言語を本発明の内容を実現するために利用できる。

【0022】《本発明システムの概要》図1は、本発明システムの一実施例のブロック図である。この本発明システムは、あるソースのデータをデスティネーション装置に表示し、又はデスティネーション装置向けに処理するため、全域マッチング又は色変換のサブシステムを利用する。すなわち、この本発明システムは、特定の色空間でのデータの視覚表現を提供し、又は、データをデスティネーション装置向けに処理する。

【0023】図1には、スキャナ101、カメラ102、レンダリング・データ103、ネガ111などの多くのソースが示されている。これらソースのそれぞれは、カラーデータを発生する。一実施例では、スキャナ101はRGBデータを発生し、カメラ102はRGB

又はフィルム専用のカラーデータを発生する。レンダリング・データ103は、RGB又は他の色空間のデータである。ネガ111はCYMデータを発生する。なお、さまざまなデータソースを示したが、本システムが使用するデータソースは、1つでも、2つでも、それ以上でもよい。各ソースは、順色空間変換器104a、104b、104c、104dを含むカラー圧縮システムにデータを供給する。本システムが有する色空間変換器は、もっと少なくても多くてもよい。

【0024】本発明システムは、色空間データを、完全に可逆で整数演算が可能となるように変換する。すなわち、変換したデータを、その順変換過程で丸め又は切り下げが行われたとしても、逆変換することによって元のデータを全て得ることができる。

【0025】順色空間変換器104a～104dは、データを、ロスレス・コード105aが符号化できるように変換する。なお、このコード105aは1つのロスレス・コードのこともあるし、2つ以上のロスレス・コードのこともある。順色空間変換器104a～104dは、色空間データを、ロスレス・コード105aがより圧縮しやすい形式に変換する。一実施例では、ロスレス・コード105aは、JPEGのロスレス・オプションのコード、JBIGコード、Lempel-Zivコード、算術コード、ハフマン・コード、ロスレス・ウェーブレット・コード等からなる。

【0026】本発明システムは、レンダリング112からカラーデータを直ちに反対色空間へ取り込むことも、ディスク/通信路113からカラーデータを取り込むこともできる。

【0027】なお、順色空間変換器104a～104dにより変換された色空間データを圧縮し、その後伸長することができるように、ロスレス・コード105aは符号化部と復号化部を含んでいる。さらに、ロスレス・コード105aは、その符号化動作と復号化動作の間、すなわち圧縮動作と伸長動作との間のデータを扱うための通信路又はメモリ機構も含むであろう。

【0028】ロスレス・コード105aの出力は、1つ以上の逆色空間変換器106a、106b、106cの入力に接続される。これらの逆色空間変換器106a～106cは、色空間データを、順色空間変換器104a～104cが受け取った元の形へ変換する。この際に、順色空間変換の一部として行われた丸め又は切り下げを回復させる。このように、順色空間変換器104a～104d、ロスレス・コード105a及び逆色空間変換器106a～106cからなるシステム部分は、カラー圧縮サブシステムを構成する。

【0029】逆色空間変換器106a～106cの出力を、必要ならば変換器107a、107b、107cにそれぞれ接続してもよい。変換器107a～107cは、逆色空間変換器106a～106cの出力データを

システムの出力装置に使用される装置特有の色空間へ変換できる装置特有の変換器である。すなわち、変換器107a～107cは装置向けの色変換を行う。この色変換は、全域マッチング又は他の色空間変換もしくは色選択変換であろう。カラー圧縮をする前にターゲットの出力装置が分かっているならば、順色空間変換(104)に先だって同様のオプションの色補正(120)を行ってもよい。

【0030】変換器107aの出力はビデオディスプレイ108に接続される。変換器107bの出力は、データを目に見える形に表現したハードコピーを作成するプリンタ/コピー109に接続される。変換器107cの出力はフィルム出力110に接続される。入力ソースの場合と同じく、デスティネーション装置は、図1に示した装置より多くても少なくてもよい。

【0031】なお、かかるシステムは、アート・アーカイブ、医療画像(例えば脈管撮影像)、プリプレス、レンダリング・グラフィックス、カラー管理システム(Apple社のColorSync(登録商標)システム、Kodak社のPrecious Color(登録商標)システム、EFI社のCMS(登録商標)システム等)の内部における圧縮、グラフィックス及びスポットカラー(spot color)、科学用デジタルイメージ、法律関係のイメージ、ランドサット、リモートセンシング等々の用途があろう。

【0032】図2はロッシー・システムを示す。このロッシー・システムは、図1のロスレス・システムと同じ要素を多く含むが、ロスレス・コード105aがロッシー・コード105bに置き換えられている。その動作は、ロッシー符号化である点を別にすれば図1のシステムと同様である。このようなシステムは、低コストのデジタルビデオ、マルチメディア、デジタルカメラ、JPEG圧縮システム、ベクトル量子化、フラクタル圧縮、ウェーブレット圧縮、変換圧縮(例えばブロックベースのオーバーラップ変換圧縮)などの多くの用途がある。

【0033】《本発明のカラー圧縮サブシステムの概要》本発明は可逆色変換を可能にする。以下、順色空間変換器と逆色空間変換を含み、可逆色変換を行う2つの異なった変換システムを説明する。それらの変換は、整数演算によって予測可能な精度で完全に可逆である。すなわち、順色空間変換時に丸め又は切り下げが行われても、それを逆色空間変換の実行の際に回復させることができる。なお、本発明は、以下に述べる2つの変換システムだけに限定されるものではなく、多くの色座標系に適用できるものである。

【0034】上に述べたように、本発明は、符号化部と復号化部を持つ圧縮・伸長システムに組み込むことができる。そのようなシステムを図3に示す。符号化部201は入力データ200を符号化して圧縮データを生成する働きをし、復号化部202は符号化されたデータを復号化して元の入力データの復元データ208を生成する

働きをする。符号化部201においては、圧縮(205)に先立ち、色座標系1から色座標系2への色空間変換(204)が行われる。同様に、復号化部202では、伸長(206)の後で再び色座標系2から色座標系1への色空間変換(207)が行われる。

【0035】この圧縮・伸長システムに対する入力データ200は、画像(静止画又は動画)、グラフィックスデータ等、色々なデータ形式のものでよい。一実施例では、入力データ200はデジタル信号データであるが、デジタル化されたアナログデータや、その他の形式のものも可能である。そのデータのソースは、符号化部201及び/又は復号化部202用のメモリ又は通信路209であることもある。このような本発明を組み込んだシステムは、ロスレス圧縮/伸長システムとすることも、ロッキー圧縮/伸長を行うように構成することもできる。

【0036】本発明において、符号化部及び/又は復号化部の構成要素は、ハードウェアで実現しても、ソフトウェアによって実現しても、両者の組合せによって実現してもよい。

【0037】《本発明の2つの実施例》以下の説明において、Y, U, Vなる表記は、R=G=Bで定義される濃淡画像でU=0, V=0のレスポンスを持つ任意の色座標として用いられる。色座標が可逆のときには、Yrev, Urev, Vrevなる表記が用いられる。RGBに言及する場合も、標準的なRGB色座標系に限定されるわけではなく、3つの座標によって表現される色座標系を指すにすぎない。赤、緑、青以外の座標系においては、Gが最高の情報を持つ成分(それがあれば)として用いられる。

【0038】一実施例において、本発明は可逆色変換を可能にする順色空間変換と逆(逆向きの)色空間変換を含む。説明のために、必ずしも効率的、可逆ではない変換についてまず述べる。変換の一例を3×3行列として以下説明する。この行列Mは次式で定義される色座標系によっている。

【0039】

【数16】

$$\begin{bmatrix} Y_r \\ U_r \\ V_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.5 & 0.25 \\ 1.0 & -1.0 & 0.0 \\ 0.0 & -1.0 & 1.0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

【0040】第1行の係数を合計すると1になり、他の2行は合計が0であることに注目されたい。第1行が合計すると1になり、第2行と第3行が合計すると0になるのは、(前述のように)濃淡画像に対する適切なレスポンスを保証するためである。また、本発明においては、行列の行列式、D(行列M)、が-1である(すなわち、単位絶対行列式である)ことにも注目されたい。

【0041】本発明の説明を続けると、上記行列Mの一

つの具体例は次式である。

【0042】

【数17】

$$\begin{aligned} Y &= \frac{3R+6G+B}{10} \\ U &= R - Y \\ V &= B - G \end{aligned}$$

【0043】本発明の順色空間変換の一実施例を構成する可逆近似は次式により定義される。

【0044】

【数18】

$$\begin{aligned} Y_{rev} &= \left\lfloor \frac{3R+6G+B}{10} \right\rfloor \\ U_{rev} &= R - Y_{rev} \\ V_{rev} &= 5Y_{rev} - 2R - 4G + B \end{aligned}$$

【0045】

【外1】 なる記号は切り捨てて最も近い整数に丸めること、すなわち切り下げ

[.]

【0046】ることを意味し、床関数と呼ばれることがある。同様に、

【0047】

【外2】

[.]

【0048】なる記号は最も近い整数へ切り上げることを意味する。上記可逆式は、Yrevの式に整数を4で割る演算が含まれるため近似式である。なお、小さなランダムアクセスメモリ(RAM)又はリードオンリーメモリ(ROM)を使って、上記床関数を計算することができる。

【0049】丸め又は切り下げが使われるとしても、上記式は可逆色変換を表している。次式から、逆関数を作ることにより当該変換が可逆であることが証明される。

【0050】

【数19】

$$\begin{aligned} G &= Y_{rev} - \left\lfloor \frac{5U_{rev} + V_{rev}}{10} \right\rfloor \\ R &= Y_{rev} + U_{rev} \\ B &= V_{rev} + 2R + 4G - 5Y_{rev} \end{aligned}$$

【0051】上記変換の利点は、それが人間の視覚系に知覚される輝度をより良好に近似できることである。上記変換の他の利点は、それがはるかに直交変換に近い旧標準のRG-YUV空間に対する良好な近似を与えることである。

【0052】上記式が可逆であるという証明を続けるが、まず、もう一つの変換の可逆性を証明する。

【0053】次の変換

【0054】

【数20】

$$(a)Y_{rev} = \left\lfloor \frac{3R+6G+B}{10} \right\rfloor$$

$$(b)U_{rev} = R - G$$

$$(c)V_{rev} = B - \left\lfloor \frac{R+2G}{3} \right\rfloor$$

【0055】が

【0056】

$$G = \left\lfloor \frac{3R+6G+B}{10} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{10R-10G+3B * \left\lfloor \frac{R+2G}{3} \right\rfloor}{30} \right\rfloor$$

【0059】を明らかにすることだけである。

【0060】上記式に一般恒等式

【0061】

【数23】

$$G = \left\lfloor \frac{X+AG}{A+B} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{X-BG}{A+B} \right\rfloor$$

【0062】を当てはめれば、

【0063】

【数24】

$$G = \left\lfloor \frac{3R+B+6G}{10} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{9R+3B-12G+M}{30} \right\rfloor$$

【0064】が得られる。R, G, Bは整数であるから、値M (ただし $0 < (M/3) < 1$) を一番右の分子に加算できる。その分子に3/3を掛ければ、任意の $0 \leq M < 3$ について

$$G = \left\lfloor \frac{3R+B+6G}{10} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{9R+3B-12G+R+2G-3 * \left\lfloor \frac{R+2G}{3} \right\rfloor}{30} \right\rfloor$$

【0070】これを整理すれば、前記のGの式となる。

【0071】本発明の変換が妥当であることを立証するには、

【0072】

【数28】

$$(a)Y_{rev} = \left\lfloor \frac{3R+6G+B}{10} \right\rfloor$$

$$(b)U_{rev} = R - Y_{rev}$$

$$(c)V_{rev} = 5Y_{rev} - 2R - 4G + B$$

【0073】が

【0074】

【数21】

$$(d)G = Y_{rev} - \left\lfloor \frac{10U+3V_{rev}}{30} \right\rfloor$$

$$(e)R = U_{rev} + G$$

$$(f)B = V_{rev} + \left\lfloor \frac{R+2G}{3} \right\rfloor$$

【0057】を意味することを明らかにしよう。これらの式を眺めれば、(e)式と(f)式は(b)式と(c)式からすぐに得られることが分かる。したがって、証明で残っているのは、

【0058】

【数22】

【0065】

【数25】

$$G = \left\lfloor \frac{3R+B+6G}{10} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{9R+3B-12G+M}{30} \right\rfloor$$

【0066】が得られる。これを観察すると

【0067】

【数26】

$$R+2G = 3 * \left\lfloor \frac{R+2G}{3} \right\rfloor + M$$

【0068】ただし、 $0 \leq M < 3$ は、 $(R+2G)$ のモジュロ3剰余である。代入すると次式が得られる。

【0069】

【数27】

【数29】

$$(d)R = Y_{rev} + U_{rev}$$

$$(e)G = Y_{rev} - \left\lfloor \frac{5U_{rev} + V_{rev}}{10} \right\rfloor$$

$$(f)B = V_{rev} + 2R + 4G - 5Y_{rev}$$

【0075】を意味することを明らかにする必要がある。

【0076】(d)式と(f)式は自明である。よって、ほかに証明しなければならないことは

【0077】

【数30】

$$G = \left[\frac{3R + 6G + B}{10} \right] - \left[\frac{5R - 5Y_{rev} + 5Y_{rev} - 2R - 4G + B}{10} \right]$$

【0078】すなわち、より簡単には

【0079】

【数31】

$$G = \left[\frac{3R + 6G + B}{10} \right] - \left[\frac{3R - 4G + B}{10} \right]$$

【0080】だけである。この式は前述の一般恒等式の形をしている。すなわち

【0081】

【数32】

$$G = \left[\frac{X + AG}{A + B} \right] - \left[\frac{X - BG}{A + B} \right]$$

【0082】よって、同じ恒等式による以前の変換が可逆であることが証明されているのであから、本発明の変換は可逆である。

【0083】もう一つの実施例は次のとおりである。

【0084】

【数33】

$$Y = \frac{3R + 6G + B}{10}$$

$$U = R - G$$

$$V = B - G$$

【0085】この実施例の順色空間変換の一例による可逆な近似は次式によって与えられる。

【0086】

【数34】

$$Y_{rev} = \left[\frac{3R + 6G + B}{10} \right]$$

$$U_{rev} = R - G$$

$$V_{rev} = B - G$$

【0087】その逆色空間変換は次のとおりである。

【0088】

【数35】

$$G = Y_{rev} - \left[\frac{3U_{rev} + V_{rev}}{10} \right]$$

$$R = U_{rev} + G$$

$$B = V_{rev} + G$$

$$\begin{bmatrix} +0.6 & +1.0 & 0 \\ +0.6 & -0.5 & -1/6 \\ +0.6 & 0 & +1.0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} +0.5 & +1.0 & +1/6 \\ +0.7 & -0.6 & -0.1 \\ -0.3 & -0.6 & +0.9 \end{bmatrix} = \text{Identity}$$

【0095】本発明は、一般的に次のように示すことができる。

【0096】

【0089】別の実施例において、本発明は、以下の如きもう一つの可逆変換を提供する。

【0090】

【数36】

$$Y_{rev} = G + \left[\frac{3R + B}{6} \right]$$

$$U_{rev} = R - \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right]$$

$$V_{rev} = B - \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right]$$

$$R = U_{rev} + \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right]$$

$$B = V_{rev} + \left[\frac{3Y_{rev} + 2}{5} \right]$$

$$G = Y_{rev} - \left[\frac{3R + B}{6} \right]$$

【0091】この変換は、前述した他の変換に比べ、いくつかが利点がある。第1に、クロミナンス U_{rev} 、 Y_{rev} が共に同じスケールを持っている。また、この変換のほうが輝度の精度が高い。さらに、純粋な灰色は、クロミナンスが正確に0である。

【0092】不利な点は、余分なテーブルルックアップであろう。すなわち、符号化と復号化の両方で、5による割り算が1回、6による割り算が1回、必要である。共通の5による割り算の商は再利用できる。

【0093】行列形の有理変換を、その逆変換と掛け合わせて次に示す。

【0094】

【数37】

【数38】

$$Y_{rev} = G + \left[\frac{xR + zB + k'}{y} \right]$$

$$U_{rev} = R - \left[\frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right]$$

$$V_{rev} = B - \left[\frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right]$$

$$R = U_{rev} + \left[\frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right]$$

$$B = V_{rev} + \left[\frac{yY_{rev} + k}{x + y + z} \right]$$

$$G = Y_{rev} - \left[\frac{xR + zB + k'}{y} \right]$$

【0097】この変換は、 (x, y, z, k, k') の任意の値について望ましい特性を持っている。重み (x, y, z) は赤、緑、青に関する輝度の重みである。 k 及び k' という値は、床関数で何が切り捨てられるかを決定するのに役に立つ。 k か k' の一方は簡略化のため0とされ、他方は上記各式を仮定したときに最も正確な輝度／クロミナンス分離を得られるように、

【0098】

【数39】

$$k + k' \approx y - \frac{1 + (x + z)}{2}$$

【0099】により設定される。

【0100】前述のように、一般的に効果のある一例は $(x, y, z) = (3, 6, 1)$ である。 $(x, y, z) = (299, 587, 114)$ を用いれば標準のYUVが得られる。別の実施例では、 $(5, 10, 2)$ か $(2, 4, 1)$ が用いられる。前者は一般的な値に対し優れた近似を与える。

【0101】 $(2, 4, 1)$ によれば、青により均等な重みが付けられる。これは、昼光と人間の目を組み合わせる用途ではやや劣る。しかし、 $(2, 4, 1)$ は、その他の用途ではより良好であるので、全体的にみて優れている。特に、青は、昼光におけるよりも遥かに大きくカラーCRTモニタの輝度に寄与するが、標準のRGBの式は昼光を仮定していることに注意されたい。

【0102】 $(x, y, z) = (2, 4, 1)$ の場合、以下の変換となる。

【0103】

【数40】

$$Y_{rev} = G + \left[\frac{2R + B}{4} \right]$$

$$U_{rev} = R - \left[\frac{4Y_{rev} + 4}{7} \right]$$

$$V_{rev} = B - \left[\frac{4Y_{rev} + 4}{7} \right]$$

$$R = U_{rev} + \left[\frac{4Y_{rev} + 4}{7} \right]$$

$$B = V_{rev} + \left[\frac{4Y_{rev} + 4}{7} \right]$$

$$G = Y_{rev} - \left[\frac{2R + B}{4} \right]$$

【0104】《本発明の順色空間変換器と逆色空間変換器》図4は前述の第1の実施例の順色空間変換器の一例のブロック図である。図4に示す順色空間変換器は、データを圧縮を施す前に第1の色空間から第2の色空間へ変換する、圧縮システムの部分とすることができ。このような色空間変換が行われるのは、第2の色空間におけるほうがデータを良好に圧縮できる場合であろう。

【0105】図4に示す順色空間変換器300は3つの入力R, G, Bを持ち、3つの出力Yrev, Urev, Vrevを発生する。図示の実施例では、R, G, Bの各入力は8ビット長である。なお、本発明は他のビット長（例えば10, 11, ..., 32, ...）の入力用に構成することもできる。RGB入力が8ビットである場合、Yrev出力は8ビット長であり、Urev出力とVrev出力は9ビット長である。

【0106】この順色空間変換器300は、×3ブロック301、加算器302, 305, 313、減算器303, 304, 308、÷10ブロック306、×6ブロック307、×2ブロック310、×4ブロック311、×5ブロック312、丸めロジック331からなる。一実施例では、ハードウェア・コストを減らすため、それらの乗算と除算はハードワイヤド・シフトによって実行される。

【0107】×3ブロック301はR入力に3を掛ける。一実施例では、×3ブロック301は、R入力を1ビット位置だけ左シフトするシフトロジックと、このシフトロジックの出力をR入力と加算する加算器とからなり、この加算器の出力が×3演算の結果である。この×3演算の結果は加算器305の一方の入力へ送られる。

【0108】×6ブロック307は、G入力に6を掛ける。一実施例では、×6ブロック307は1対のシフトと1つの加算器とからなる。その一方のシフトは、G入力を2ビット位置だけ左シフトすることにより、G入力を4倍する演算を行う。他方のシフトは、G入力を1ビット位置だけ左シフトすることにより、G入力に2を掛ける演算を行う。それら結果値は加算器によって加算さ

れる。この加算器の出力が、×6ブロック307の結果である。別の実施例では、×6ブロック307は1対のシフトと1つの加算器からなる。第1のシフトはG入力を1ビット位置だけ左シフトすることにより2を掛ける演算を行う。このシフトより出力される結果は加算器によってG入力と加算される。この加算器の出力は第2のシフトに入力され、この第2のシフトでその入力を1ビット位置だけ左シフトすることにより×2の演算を行う。この第2のシフトの出力が×6ブロック307の出力である。

【0109】加算器302は、×6ブロック307の出力とB入力を加算する。加算器302の出力は、加算器305によって×3ブロック301の出力と加算される。加算器305の出力は÷10ブロックの入力に接続される。

【0110】÷10ブロック306は、(n+2)ビットの入力を10で割る。÷10ブロック306は、全てが関数によって指定された完全記述のルックアップ・テーブルで構成できる。一実施例では、このルックアップ・テーブルは、12ビットの入力の場合、4096値を含む。別の実施例では、もっと小さなルックアップ・テーブルが長除法によって使用される。さらに別の実施例では、2進数を2進化10進(BCD)数に変換し、その最下位ニブルを切り捨て、その結果を再び2進数に変換することによって、除算が行われる。

【0111】÷10ブロック306の出力は丸めロジック331に入力され、適当な丸めが行われる。丸めロジック301の出力は順変換器300のYrev出力となる。

【0112】また、÷10ブロック306の出力が減算器308によってR入力から引き算されることにより、Urev出力が作られる。

【0113】×2ブロック310はR入力に2を掛ける。一実施例では、×2ブロック310はR入力を1ビット位置だけ左シフトするシフトロジックからなる。×4ブロック311はG入力に4を掛ける。一実施例では、×4ブロック311はG入力を2ビット位置だけ左シフトするシフトロジックからなる。減算器303は、×4ブロック311の出力をB入力から引き算する。減算器304は、×2ブロック310の出力を減算器303の出力から引き算する。

【0114】×5ブロック312は、丸めロジック331のYrev出力に5を掛ける。一実施例では、×5ブロック312は、丸めロジック331の出力を2ビット位置だけ左シフトするシフトロジックと、このシフト操作の結果を丸めロジック331の出力と加算する加算器からなる。加算器313は、×5ブロック312の出力を減算器304の出力と加算することによりVrev出力を発生する。

【0115】この順色空間変換器300によって生成さ

れたYrev, Urev, Vrevの各出力は、ロスレス又はロッシェ方式で圧縮するためのシステム又は機構へ送ることができる。3×nビットの入力から3×n+2ビットの出力が得られるため、整数演算によって予測可能な精度で可逆変換が可能である。

【0116】図5は本発明の前記第1実施例の逆色空間変換器の一例を示す。この逆色空間変換器320はG, R, B成分を復元する。

【0117】図5に示す逆色空間変換器320は加算器312, 314, 315, 324、÷10ブロック313、×5ブロック321、×2ブロック323、×5ブロック322、減算器310, 325、クリッピング・ロジック311, 316, 317からなる。この変換器320はYrev入力, Urev入力, Vrev入力を受け取るように接続され、G成分, R成分, B成分を発生する。一実施例では、Yrev成分, Urev成分, Vrev成分はそれぞれnビット, n+1ビット, n+1ビットからなる。一実施例ではn=8である。

【0118】×5ブロック320はUrevに5を掛ける。一実施例では、×5ブロック320は、前述のようなシフトロジックと加算器からなる。加算器312は×5ブロック320の出力とVrev入力を加算する。その出力は÷10ブロック313により10で割られる。一実施例では、÷10ブロック313は前述のように構成される。÷10ブロック313の出力は、減算器310によってYrevから引き算される。

【0119】減算器310の出力はクリッピング・ロジック311に入力される。一実施例では、クリッピング・ロジック311は、数値をある値域(例えば256)に押し込むための加算又は減算を行うことにより、逆色空間変換器320の一つの出力であるnビットのG成分を発生する。例えば、8ビットにクリッピングする場合、入力が0未満のときは出力は0であり、入力が255より大きいときには出力は255であり、それ以外のときには出力は入力と等しい。

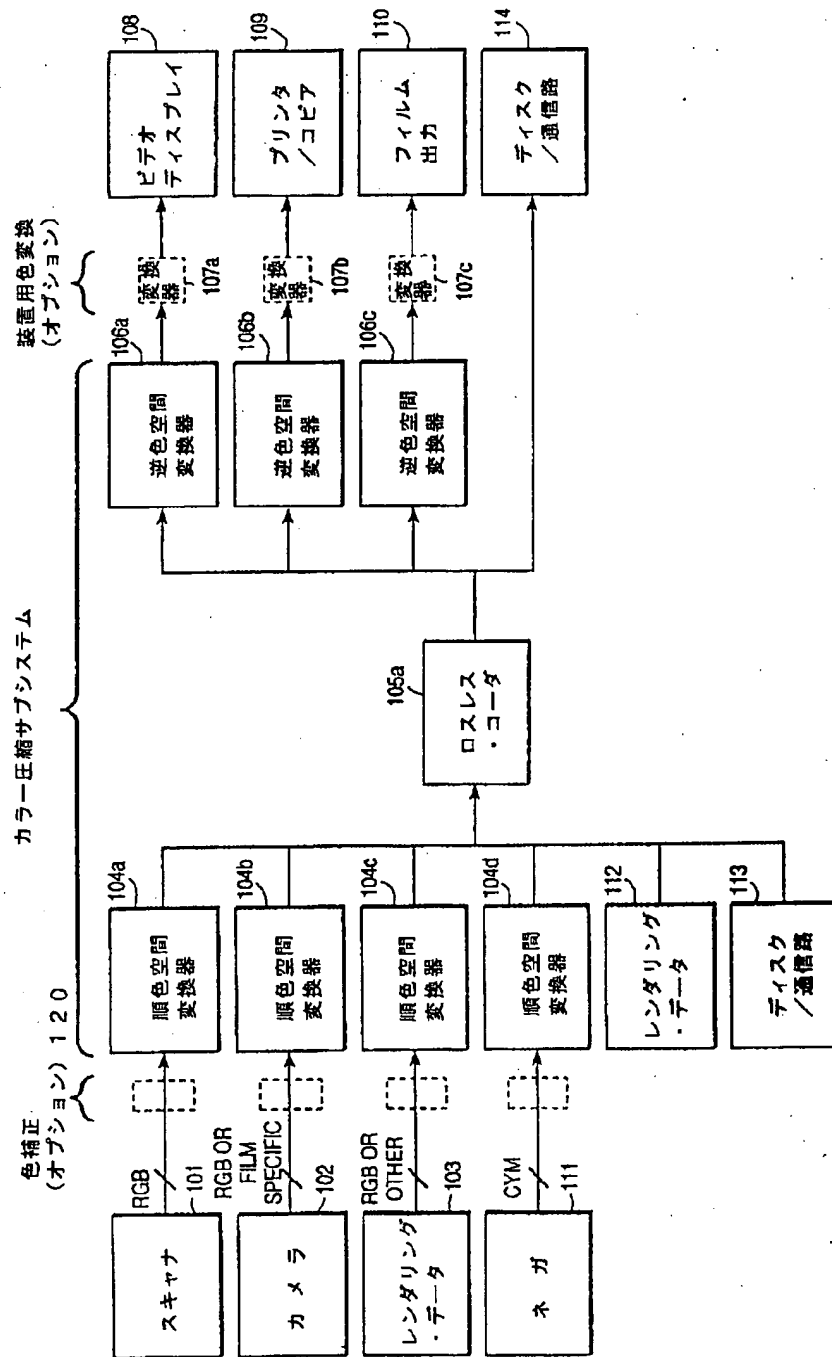
【0120】加算器315はUrev入力とYrev入力を加算する。クリッピング・ロジック311は数値を所望の値域に押し込むことにより、逆色空間変換器320より出力されるR成分を表すnビット数を発生する。

【0121】×5ブロック322はYrev入力に5を掛ける。一実施例では、×5ブロック322は前述のように構成される。×2ブロック323は加算器315の出力に2を掛ける。一実施例では、×2ブロック323は入力を1ビット位置だけ左シフトするシフトロジックからなる。加算器324は、×2ブロック323の出力をVrev入力と加算する。×5ブロック322の出力が、減算器325によって、加算器324の出力から引き算される。減算器310の出力は、×4ブロック321によって4と掛け算される。一実施例では、×4ブロック321は入力を2ビット位置だけ左シフトするシフトロ

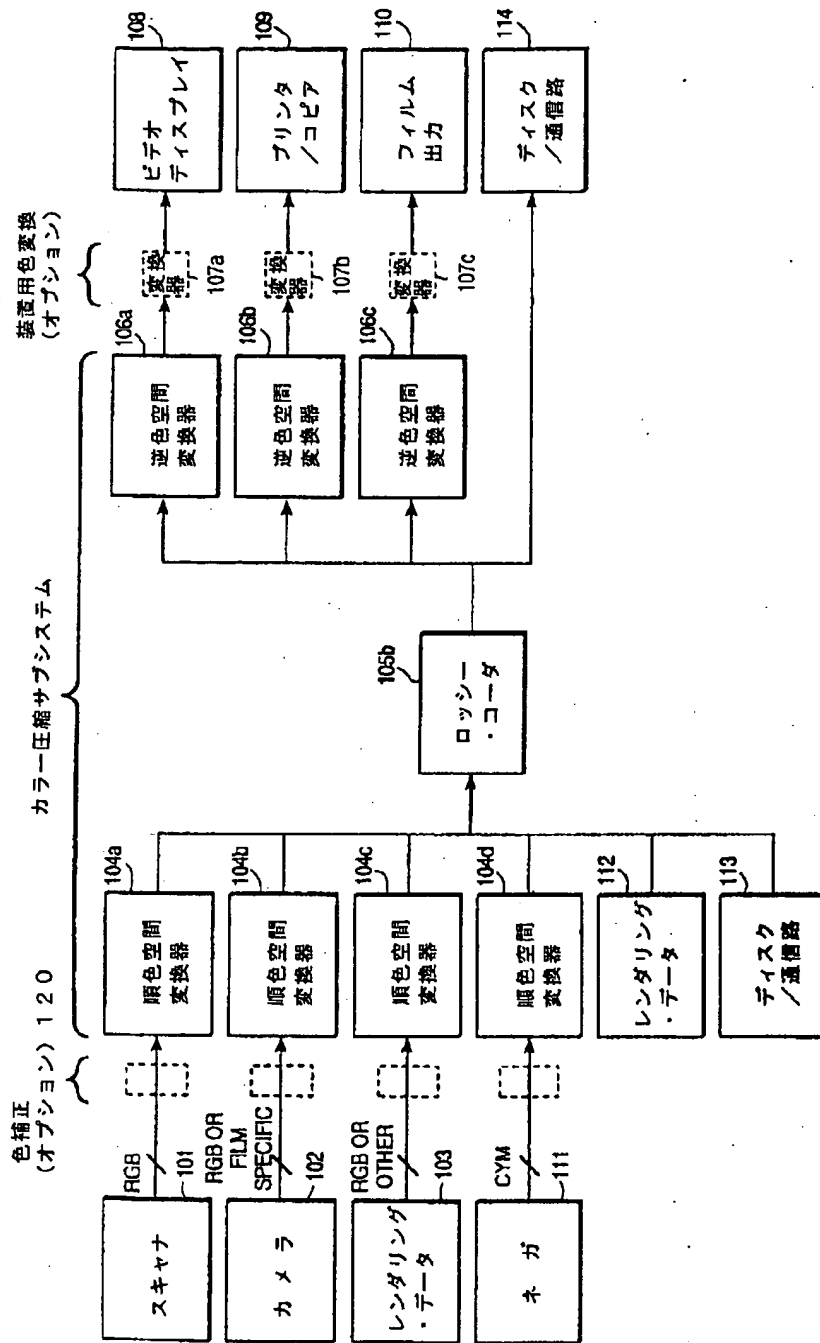
114 ディスク/通信路

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、整数演算によって予測可能な精度で完全に可逆な色空間変換が可能であり、効率的なカラー画像デー

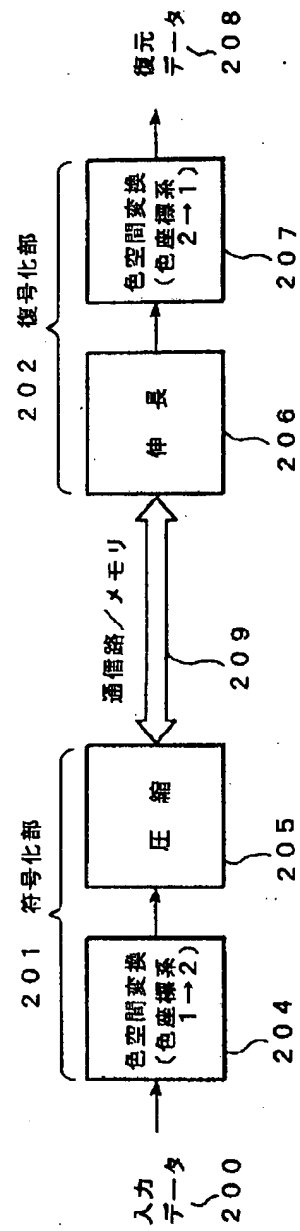
【図1】



【図2】



【図3】



【図5】

